



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

생활과학석사 학위논문

가열 처리한 더덕 열수추출물의
이화학적 및 관능적 특성

Physicochemical and Sensory
Characteristics of Hot Water
Extracts of *Codonopsis lanceolata*
Root Skin and Flesh with Different
Heat Treatments

2016년 2월

서울대학교 대학원

식품영양학과

안 수 지

국문 초록

가열 처리한 더덕 열수추출물의 이화학적 및 관능적 특성

안수지

서울대학교 대학원 식품영양학과

더덕(*Codonopsis lanceolata*)은 초롱꽃과에 속하는 다년생 식물로 한국, 중국, 일본 등에 분포되어 있다. 더덕은 예로부터 각종 식용 재료와 질병 치료 재료로 사용되어 왔다. 더덕 육질은 항염증 효과, 체중 감소 및 혈청 지질 개선 효과가 있고 주요 기능성 성분인 polyphenol과 항산화 활성이 있으며 triterpenoid 계열의 사포닌이 존재한다. 한편 더덕 껍질도 항산화능을 비롯한 다양한 생리활성이 있는 것으로 알려져있으나 더덕 껍질은 활용되지 못하고 대부분 폐기되는 실정이다. 또한 더덕은 각각 열처리, 열풍건조, 증숙 등 가열 처리 시 기능성 성분 함량이 증가하고, 항산화 활성 및 생리활성 효과 증진되는 것으로 알려져 있지만, 어떤 가열 처리가 더덕의 기능성 성분 및 항산화 활성을 증진시키고 더불어 관능적 특성도 향상시키는지에 대한 비교 연구는 미미하다. 이에 본 연구는 더덕 껍질의 식품소재로서의 탐색을 위해 가열 처리한 더덕

껍질 및 육질로부터 얻은 열수추출물의 이화학적 및 관능적 특성을 검토하였다.

대조군(CS, CF) 이외에 볶음(RS, RF), 열풍건조(HDS, HDF), 증건(SHDS, SHDF) 등으로 더덕을 가열 처리한 뒤, 각 더덕을 분말화한 시료에 3차 증류수를 가하여 90℃에서 90분 동안 추출하였다. 가열 처리한 더덕의 수분 함량은 CS와 CF가 가장 많았고 건조 과정을 거친 더덕의 수분 함량은 현저히 적었다. 더덕 열수추출물의 pH는 껍질이 육질보다 낮았고($p<0.05$), 색도는 RS와 RF의 L값이 낮고 b값이 높았다($p<0.05$). 열수추출물의 총당 함량은 껍질의 경우에 SHDS이 RS보다 많았으나($p<0.05$), 육질의 경우에 가열처리에 따른 유의적 차이는 없었다($p>0.05$). 열수추출물의 환원당 함량은 껍질의 경우에 HDS가, 육질의 경우에 CF가 가장 많았다($p<0.05$). 열수추출물의 조 사포닌 함량은 껍질의 경우에 유의적 차이가 없었고($p>0.05$), 육질의 경우에 SHDF가 유의적으로 적었다($p<0.05$). 또한 껍질의 열수추출물이 육질의 열수추출물보다 총 폴리페놀 함량이 많고 DPPH 라디칼 소거능도 높았다($p<0.05$). 대조군 및 가열 처리한 더덕으로 차를 만들어 관능검사한 결과, 더덕 껍질 차는 향 및 전반적 기호도에서 육질 차와 유의적인 차이가 없었다($p>0.05$).

대부분 폐기물로 처리되는 더덕 껍질은 육질보다 총 폴리페놀 함량이 많고 항산화 활성이 뛰어났으며, 더덕 껍질을 차로 제조할 때 향 및 전반적 기호도에서 육질로 만든 차와 유사한 관능적 특성을 가지고 있으므로 차의 재료로 활용할 수 있을 것으로 기대한다.

주요어: 더덕, 껍질, 열수추출물, 가열 처리, 항산화능, 관능검사

학번: 2013-21503

목 차

국문 초록.....	I
목차.....	IV
List of Tables.....	VI
List of Figures.....	VII

I. 서론

1. 더덕 및 더덕 껍질	1
2. 가열 처리한 더덕	2
3. 연구 목적.....	3

II. 실험 재료 및 방법

1. 더덕 손질 및 가열 처리.....	4
2. 열수추출물 제조.....	5
3. 더덕의 수분 함량 측정	7
4. 추출 수율 계산	7
5. pH, 색도 및 갈색도 측정	7
6. 총당 함량 측정	8
7. 환원당 함량 측정	10
8. 조 사포닌 함량 측정.....	11
9. 총 폴리페놀 함량 측정	12
10. 항산화능 측정	
10. 1 DPPH 라디칼 소거능.....	12
10. 2 ABTS 라디칼 소거능	13
11. 관능검사	14
12. 통계처리	14

III. 실험 결과 및 고찰

1. 더덕의 수분 함량.....	15
2. 열수추출물의 수율	17
3. pH, 색도 및 갈색도	19
4. 총당 함량.....	22
5. 환원당 함량	24
6. 조 사포닌 함량	26
7. 총 폴리페놀 함량.....	28
8. 항산화능	
8.1 DPPH 라디칼 소거능	30
8.2 ABTS 라디칼 소거능.....	32
9. 관능검사	34

IV. 요약 및 결론.....36

참고문헌	38
------------	----

Abstract.....	42
---------------	----

List of Tables

Table 1. pH, color values (Hunter L, a and b) and browning index of hot water extracts from <i>Codonopsis lanceolata</i> root skin and flesh with different heat treatments.....	20
Table 2. Sensory scores of teas made from <i>Codonopsis lanceolata</i> root skin and flesh with different heat treatments.....	35

List of Figures

- Figure 1. Flowchart of hot water extraction process from *Codonopsis lanceolata* root skin and flesh with different heat treatments.....6
- Figure 2. Water contents of *Codonopsis lanceolata* root skin and flesh with different heat treatments.....16
- Figure 3. Extraction yield of hot water extracts from *Codonopsis lanceolata* root skin and flesh with different heat treatments.....18
- Figure 4. Total sugar contents of hot water extracts from *Codonopsis lanceolata* root skin and flesh with different heat treatments.....23
- Figure 5. Reducing sugar contents of hot water extracts from *Codonopsis lanceolata* root skin and flesh with different heat treatments.....25
- Figure 6. Crude Saponin contents of hot water extracts from *Codonopsis lanceolata* root skin and flesh with different heat treatments.....27
- Figure 7. Total polyphenol contents of hot water extracts from *Codonopsis lanceolata* root skin and flesh with different heat treatments.....29
- Figure 8. DPPH radical scavenging activity of hot water extracts from *Codonopsis lanceolata* root skin and flesh with different heat treatments31
- Figure 9. ABTS radical scavenging activity of hot water

extracts from <i>Codonopsis lanceolata</i> root skin and flesh with different heat treatments	33
--	----

I. 서론

1. 더덕 및 더덕 껍질

더덕(*Codonopsis lanceolata*)은 초롱꽃과에 속하는 다년생 식물로 한국, 중국, 일본 등에 분포하며, 예로부터 구이, 무침, 누름적, 장아찌 등 식용으로 이용되어 왔고, 강장, 해열, 거담, 해독, 배농 등의 효과가 탁월하여 질병치료 목적으로도 사용되어 왔다(Kim 등, 1975; Hong 등, 2006). 더덕은 육질에서 분리한 사포닌 분획의 항염증 효과(Byeon 등, 2009)와 더덕 물 추출물의 체중 감소 및 혈청 지질 개선 효과(Han 등, 1998; Choi 등, 2013; Lee 등, 2014)가 있는 것이 보고되었다. 더덕의 주요 기능성 성분인 polyphenol은 항산화 활성이 있으며(Jung 등, 2012), triterpenoid 계열의 사포닌 7종이 존재하는 것으로 알려져 있으나(Ichikawa 등, 2009), 이들은 대부분 더덕 육질에 대한 연구이다.

한편 더덕 껍질의 물 추출물은 항산화능이 있는 것으로 알려져 있고(Kim 등, 2010), 더덕 껍질의 세포벽에 있는 물질의 항산화능이 더덕 육질의 것보다 높았으며(Kang 등, 2009), 흰쥐에게 더덕 껍질 또는 더덕 육질을 첨가한 식이를 공급했을 때 항산화 효과 및 지질 조성의 개선의 효과가 있는 것으로 보고되었다(Won 등, 2007). 그러나 더덕 껍질은 활용되지 못하고 대부분 폐기되는 실정이다.

2. 가열 처리한 더덕

식품 원료는 열처리 방법에 따라 다양한 형태의 제품이 될 수 있는데, 그 중 열처리는 갈변 반응이 촉진되어 색상과 향기성분이 생성되어 기호성을 증진시킨다(Yoon 등, 2005). 더덕도 이와 마찬가지로 가열 처리하였을 때 기능성 성분 함량, 항산화 활성 및 생리활성 효과를 증가시킬 수 있다고 알려져 있으며, 가열 처리한 더덕에 대한 연구에서 이용된 가열 처리는 볶음, 열풍건조, 증건 등이 있다.

볶음(roasting)은 짧은 시간에 높은 온도로 가공하여 갈변 반응을 촉진시켜 독특한 향미가 형성되고 기호성 높은 상품성을 갖게 해준다(Park 등, 1999). 볶은 더덕 연구로는 열처리 온도를 달리한 더덕의 기능성 성분 및 항산화능 증가(Hwang 등, 2011), 발효한 더덕 차의 열처리 온도 및 시간 증가에 따른 항산화 활성 및 관능검사에서의 선호도 증가(Lee 등, 2013) 등이 보고되었다. 농산물의 건조 방법 중 열풍건조(hot-air drying)는 가열건조 시간을 단축할 수 있다는 장점이 있다(Kim 등, 2009). 열풍건조한 더덕 연구로는 60℃ 열풍으로 건조한 더덕으로 제조한 생식의 조 사포닌 및 총 폴리페놀 함량 증가(Jin 등, 2008)가 보고되었다. 증건(steaming and hot-air drying)은 증기로 찌고 건조하는 방법으로 주로 홍삼을 제조할 때 이용된다(Park, 1996). 증건한 더덕 연구로는 증숙 및 발효한 더덕의 기능성 성분, 항산화능 및 생리활성 효과 증진(Jung 등, 2012), 증숙한 더덕의 항산화능 증가(Song 등, 2012), 증숙, 초고압, 발효한 더덕 추출물의 항산화능 증가

(Jeon 등, 2013) 등이 있다.

3. 연구 목적

각 가열 처리를 한 더덕에 대한 연구는 위와 같이 다수가 보고되었으나, 현재까지 다양한 가열 처리를 적용하여 어떤 가열 처리가 더덕 차의 기능성 성분 및 항산화 활성을 증진시키고 더불어 관능적 특성도 향상시키는지에 대한 비교 연구는 미미하다. 이에 본 연구에서는 대부분 폐기되는 더덕 껍질의 활용도를 높이고 식품 소재, 특히 차 원료로서의 가능성을 제시하기 위하여 더덕을 부위에 따라 껍질과 육질로 나누어 볶음, 열풍건조, 증건의 방법으로 가열 처리한 더덕으로부터 제조한 열수 추출물의 이화학적 및 관능적 특성을 비교하였다. 이를 통하여 더덕 부위 및 가열 처리에 따른 기능성 및 관능적 특성을 검토하고 새로운 식품소재로서의 활용방안을 모색하기 위한 기초자료로 이용하고자 한다.

II. 실험 재료 및 방법

1. 더덕 손질 및 가열 처리

더덕은 강원도 횡성에서 2015년 4~5월에 채취한 3년근을 껍질(skin; S)과 육질(flesh; F)이 분리된 형태로 구입하여 사용하였다. 시료를 흐르는 물로 세척하고 물기를 제거하였다. 육질은 약 3~5 mm로 세절한 뒤 각 부위를 볶음(RS, RF), 열풍건조(HDS, HDF), 증건(SHDS, SHDF)으로 가열 처리하였다. 비교를 위하여 대조군(CS, CF)을 준비하였다. 볶음 시료는 팬을 이용하여 기름 없이 5분 동안 볶아서 만들었다. 열풍건조 시료는 건조기(Labtech, Daihan Labtech Co. Ltd., Namyangju, Korea)를 사용하여 60℃에서 18시간 동안 열풍건조하여 얻었다. 증건 시료는 내부온도 100℃의 찜기에 시료를 넣고 2시간 동안 찌 후 60℃의 건조기에서 18시간 동안 열풍건조하여 만들었다. 모든 시료는 가열 처리 후 동결건조하였고 분말화한 뒤 35 mesh의 test sieve(35 mesh, Chunggye Sanggongsa, Seoul, Korea)에 통과시키고 진공 포장기(M-6TM, Leepack Co., Incheon, Korea)를 이용하여 진공팩(주 Rollpack, Pyeongtaek, Korea)에 포장하여 4℃에 보관하며 추출에 사용하였다.

2. 열수추출물 제조

대조군 및 가열 처리한 더덕으로부터 열수추출물을 제조한 과정은 Figure 1과 같다. 분말화하여 체를 통과시킨 시료 10 g에 3차 증류수 400 mL(1:40, w/v)을 가하고 90℃에서 90분 동안 항온수조(Daihan Scientific Co., Seoul, Korea)를 이용하여 환류 냉각 추출하였다. 추출 후 Whatman No. 4 여과지(Whatman International Ltd., Maidstone, England)로 여과한 여액을 80℃에서 감압 농축기(N-1000VW, Eyela Co., Tokyo, Japan)로 농축하고 동결건조(NB-504, Ilshin Co., Dongducheon, Korea)한 뒤 -20℃에서 냉동 보관하며 실험에 사용하였다.

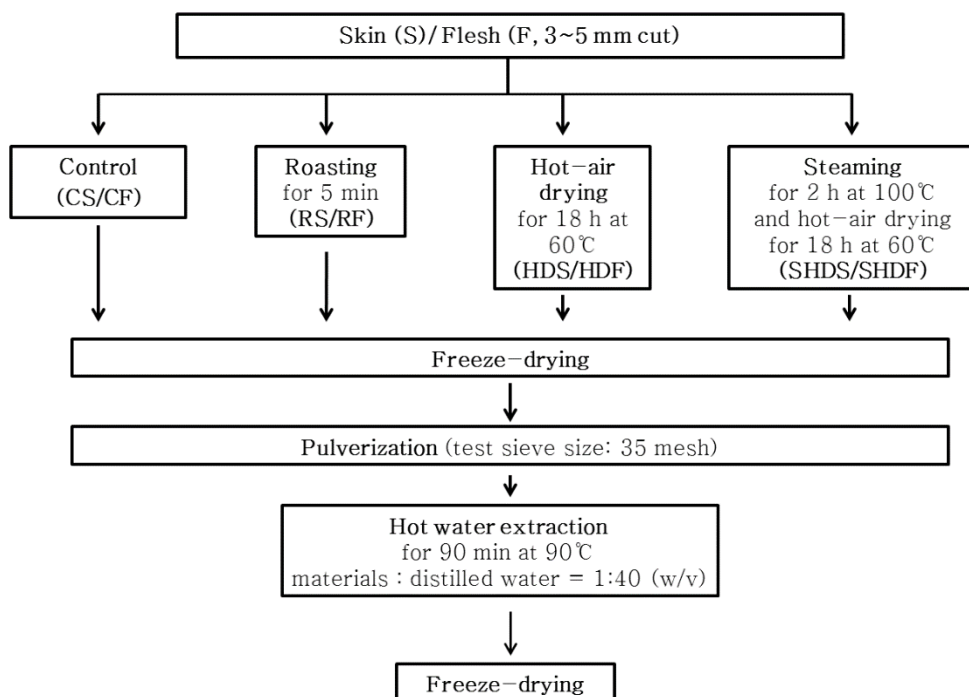


Figure 1. Flowchart of hot water extraction process from *Codonopsis lanceolata* root skin and flesh with different heat treatments

3. 더덕의 수분 함량 측정

수분 함량은 각각 무처리, 볶음, 열풍건조, 증건한 시료를 105℃ 상압 가열 건조법을 이용하여 측정하였다. 즉, 항량한 칭량 접시에 시료를 취하여 24시간 건조한 뒤 항량한 무게를 측정하여 산출하였다.

수분(%)

$$= (\text{건조 후 시료가 든 칭량 접시의 항량} - \text{칭량 접시의 항량} / \text{시료 채취량}) \times 100$$

4. 추출 수율 계산

열수 추출물의 추출 수율은 다음과 같이 계산하였다.

추출 수율(% , w/w)

$$= (\text{추출된 고형분(g)} / \text{추출에 사용된 분말 시료의 고형분(g)}) \times 100$$

5. pH, 색도 및 갈색도 측정

더덕 열수추출물의 pH는 pH meter(Orion 3-Star Plus Benchtop pH meter, Thermo Scientific, Waltham, MA, USA)를 이용하여 측정하였다. Hunter L, a, b는 색차계(CM-5, Minolta, Tokyo, Japan)를 이용하였다. 갈색도는 분광광도계(Spectramax 190, Molecular Devices, Sunnyvale, CA, USA)를 이용하여 420 nm에서 흡광도를 측정하였다.

6. 총당 함량 측정

총당 함량은 Somogyi 변법(Nelson, 1944)에 따라 측정하였으며, 이를 위한 A, B, C, D 용액은 다음 방법으로 제조하였다.

A 용액은 $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (Samchun Pure Chemical Co., Pyungtaek, Korea) 90 g, $\text{Na}_3\text{PO}_4\cdot 12\text{H}_2\text{O}$ (Samchun Pure Chemical Co.) 225 g을 증류수 약 700 mL에 녹이고, 여기에 $\text{CuSO}_4\cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (Samchun Pure Chemical Co.) 30 g을 증류수 약 100 mL에 녹인 것을 가하고, 다시 KIO_3 (Samchun Pure Chemical Co.) 3.5 g을 증류수에 녹인 뒤 가하여 전량을 1 L로 만들었다. B 용액은 $\text{K}_2\text{C}_2\text{O}_4$ (Samchun Pure Chemical Co.) 90 g과 KI (Samchun Pure Chemical Co.) 40 g을 증류수에 녹여 1 L로 만들었다. C 용액은 H_2SO_4 (Matsunoen Chemicals Ltd., Osaka, Japan) 55 mL을 취해 증류수로 희석하여 1 L로 만들었다. D 용액은 0.1 N $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ (Samchun Pure Chemical Co.) 용액을 2배 희석하여 0.05 N $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 로 만들었다.

열수추출물의 동결건조물 40 mg을 증류수 4 mL에 녹인 후 35~37% HCl (Samchun Pure Chemical Co.) 2 mL를 가한 후 70℃에서 5분간 가열하여 비환원당을 환원당으로 가수분해하였다. 가열이 끝난 후 급냉하고 pH 7.0이 될 때까지 5 N NaOH (Samchun Pure Chemical Co.)를 가한 후 3차 증류수를 가하여 40 mL로 만들었다. 가수분해를 완료한 시료 10 mL에 각각 A 용액과 증류수 10 mL을 가한 후 3분 동안 끓이고 찬물에서 냉각시켰다. 그 후 B 용액, C 용액 각각 10 mL을 차례대로 가하

고 하늘색으로 변할 때까지 D 용액으로 적정한 후 다음 식으로 총당 함량을 계산하였다.

$$\begin{aligned} & \text{총당 함량}(\%, \text{w/w}) \\ &= ((\text{대조군에 사용된 } 0.05 \text{ N Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ 용액의 적정량} - \text{시료에 사용한} \\ & 0.05 \text{ N Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ 용액의 적정량}) \times 1.449 \times 0.05 \text{ N Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ 용액의} \\ & \text{factor} / 40) \times 100 \end{aligned}$$

7. 환원당 함량 측정

환원당 함량은 Somogyi 변법(Nelson, 1944)에 따라 측정하였으며, 총당 함량 측정에 사용된 용액과 같은 A, B, C, D 용액을 사용하였다. 열수추출물의 동결건조물 100 mg을 증류수 10 mL에 녹인 시료 10 mL에 각각 A 용액과 증류수 10 mL을 가한 후 3분 동안 끓이고 찬물에서 냉각시켰다. 그 후 B 용액, C 용액 각각 10 mL을 차례대로 가하고 하늘색으로 변할 때까지 D 용액으로 적정한 후 다음 식으로 환원당 함량을 계산하였다.

환원당 함량(% , w/w)

$$= ((\text{대조군에 사용된 } 0.05 \text{ N Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ 용액의 적정량} - \text{시료에 사용한 } 0.05 \text{ N Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ 용액의 적정량}) \times 1.449 \times 0.05 \text{ N Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \text{ 용액의 factor} / 100) \times 100$$

8. 조 사포닌 함량 측정

조 사포닌 함량은 n-butanol 추출법(Shibata 등, 1966; Kwon 등, 2003)을 변형하여 측정하였다. 열수추출물의 동결건조물 1 g에 80% 메탄올 10 mL을 첨가하여 1시간 동안 환류 냉각 추출하고 Whatman No. 4 여과지(Whatman International Ltd.)로 감압 여과하였다. 이를 총 3회 반복한 뒤 여과하여 모은 액을 55℃에서 감압 농축하였다. 농축액에 증류수 10 mL을 가하고 분별 깔대기에 옮기고 디에틸에테르(diethyl ether; Samchun Pure Chemical Co.) 10 mL을 가해 2회 반복 추출하고 디에틸에테르 층을 제거해 지용성 부분을 제거하였다. 그 후, 1-butanol(Sigma-Aldrich Chemical Co., St. Louis, MO, USA)로 제조한 수포화 부탄올 10 mL을 가해 추출을 총 3반복하여 추출한 후 플라스크에 옮겨 감압 농축하였다. 그 뒤 105℃에서 건조하여 항량하고 다음 식으로 조 사포닌 함량을 산출하였다.

조 사포닌 함량(mg/g)

$$= (\text{건조 후 플라스크 무게} - \text{항량한 플라스크 무게}) (\text{mg}) / \text{시료 채취량 (g)}$$

9. 총 폴리페놀 함량 측정

총 폴리페놀 함량은 Folin-Ciocalteu 방법(Singleton 등, 1999)에 따라 측정하였다. 표준물질은 gallic acid(Sigma Chemical Co.)를 사용하여 검량선을 작성하였다. 열수추출물의 동결건조물을 증류수에 녹여 농도를 표준물질로 작성한 검량선 범위 안에 들어오도록 시료를 희석하였다. 이 시료 20 μ L에 증류수 1.58 mL를 섞은 뒤 2 N Folin-Ciocalteu(Thermo Fisher Scientific, USA.) 시약 100 μ L를 첨가하여 3분간 방치하였다. 이후 20% (w/v) Na_2CO_3 (Samchun Pure Chemical Co.) 용액 300 μ L를 첨가하고 40°C에서 30분 반응시킨 후 분광광도계(Spectramax 190)를 이용하여 765 nm에서 흡광도를 측정하였다. 총 폴리페놀 함량은 열수추출물의 동결건조물 1 g에 대한 gallic acid equivalent (GAE)로 환산하여 표시하였다.

10. 항산화능 측정

10.1 DPPH 라디칼 소거능

DPPH 라디칼 소거능은 Brand-Williams 등(Brand-Williams 등, 1995)의 방법에 따라 측정하였다. 2,2-diphenyl-picrylhydrazyl(DPPH; Sigma Chemical Co.)을 메탄올에 녹여 0.25 mM DPPH 용액을 제조하였다. 시료는 열수추출물의 동결건조물을 증류수에 녹여 농도를 표준물질로 작성한 검량선 범위 안에 들어오도록 희석하였다. 희석한 시료 50 μ L에 DPPH 용액 150 μ L을

상온 암소에서 30분 동안 반응시킨 후 분광광도계(Spectramax 190)를 이용하여 517 nm에서 흡광도를 측정하였다. DPPH 라디칼 소거능은 Trolox를 표준물질로 이용하여 열수추출물의 동결건조물 1 g에 대한 Trolox equivalent antioxidant capacity(TEAC)로 나타내었다.

10.2 ABTS 라디칼 소거능

ABTS 라디칼 소거능은 Re 등(Re 등, 1999)의 방법에 따라 측정하였다. 2,2'-azino-bis(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) diammonium salt(ABTS; Sigma Chemical Co.)를 증류수에 녹여 7 mM의 ABTS 용액을 제조하고, 2.45 mM potassium persulfate(Sigma Aldrich Co.)와 2:1로 혼합하여 상온 암소에서 12~16시간 반응시킨 후 734 nm에서 흡광도 값이 0.70 ± 0.05 가 되도록 증류수로 희석하였다. 시료는 열수추출물의 동결건조물을 증류수에 녹여 농도를 표준물질로 작성한 검량선 범위 안에 들어오도록 희석하였다. 희석한 시료 20 μ L에 희석한 ABTS 용액 180 μ L을 5분 동안 반응시켜 분광광도계(Spectramax 190)를 이용하여 734 nm에서 흡광도를 측정하였다. ABTS 라디칼 소거능은 Trolox를 표준물질로 이용하여 열수추출물의 동결건조물 1 g에 대한 TEAC로 나타내었다.

11. 관능 검사

관능 평가에서는 분말화한 시료 50 g에 물 2 L를 가하여 90℃에서 90분 동안 추출한 후 커피 여과지로 여과하여 최종 부피를 똑같이 맞추어 더덕 차를 제조하였다. 관능 검사에는 서울대학교 식품영양학과 대학원생 29명이 참여하였으며, 매우 좋다 7점, 보통이다 4점, 매우 싫다 1점으로 더덕 차의 향, 맛, 색, 전반적인 기호도를 채점하도록 하였다. 시료는 세자리 난수표로 코드화하여 종이컵에 담았으며 시료 온도는 20℃로 맞추어 제공하였다. 본 관능 검사는 서울대학교 생명윤리심의위원회(IRB)에 심의 신청하여 심의 면제 승인(승인번호: IRB No. E1508/001-004)을 받은 후 진행하였다.

12. 통계 처리

본 실험에서는 더덕 열수추출물을 3회 반복 제조하여 분석하였다. 통계 처리는 SPSS(version 23.0, Chicago, IL, USA)를 이용하여 다른 부위간의 유의성 검정은 $p < 0.05$ 유의수준에서 t 검정하였고, 가열 처리간의 유의성 검정은 일원배치분산분석(ANOVA)과 던컨의 다중검정(Duncan's multiple range test)을 실시하여 $p < 0.05$ 유의수준에서 다중 비교하였다.

Ⅲ. 실험 결과 및 고찰

1. 더덕의 수분 함량

가열 처리한 더덕의 수분 함량은 Figure 2와 같다. 수분 함량은 대조군인 CS와 CF가 각각 87.9%와 81.9%로 가장 많았다. 가열 처리한 더덕의 수분 함량은 RS, RF, HDS, HDF, SHDS와 SHDF가 각각 80.0%, 78.3%, 8.9%, 7.8%, 4.2%와 6.7%로 건조 과정을 거친 더덕의 수분 함량이 현저히 적었다.

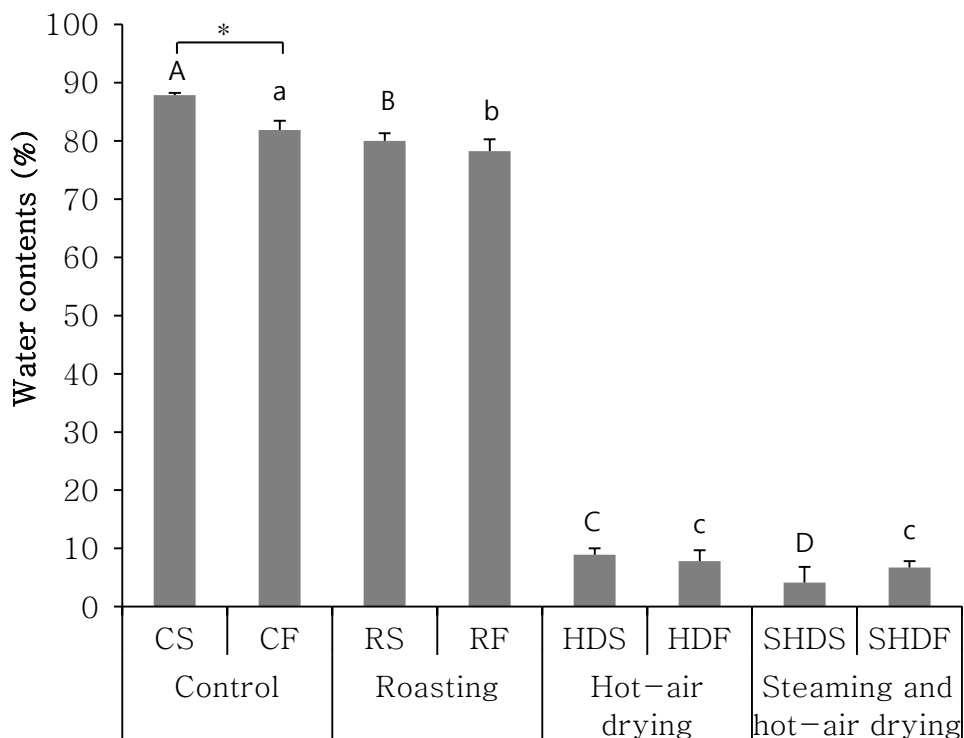


Figure 2. Water contents of *Codonopsis lanceolata* root skin and flesh with different heat treatments

S, skin; and F, flesh

CS, control skin; CF, control flesh; RS, roasted skin; RF, roasted flesh; HDS, hot-air dried skin; HDF, hot-air dried flesh, SHDS, steamed and hot-air dried skin; and SHDF, steamed and hot-air dried flesh

All data represent mean values \pm standard deviation of three separate experiments.

* Significant difference between S and F under the same treatment ($p < 0.05$ by t-test).

Different large letters in the same columns indicate significant differences among skin samples ($p < 0.05$ by Duncan's multiple range test).

Different small letters in the same columns indicate significant differences among flesh samples ($p < 0.05$ by Duncan's multiple range test).

2. 열수추출물의 수율

열수 추출한 시료의 추출 수율은 Figure 3과 같다. 가열 처리한 더덕 열수추출물의 수율은 CS, RS, HDS, SHDS가 각각 26.0%, 24.7%, 25.5%, 28.0%이었고, CF, RF, HDF, SHDF가 각각 50.6%, 52.9%, 53.4%, 61.5%였다. 껍질의 추출 수율이 24.7~28.0%로 육질의 추출 수율의 절반 정도였다($p<0.05$). 본 연구에서 껍질의 가열 처리에 따른 추출 수율은 유의적 차이가 없었으며($p>0.05$), 육질의 가열 처리에 따른 추출 수율은 SHDF가 유의적으로 가장 높았다($p<0.05$). 본 연구에서 SHDF의 수율이 높았던 결과는 생더덕과 증숙 더덕의 열수추출물 수율이 각각 32.5%와 38.4%라고 보고한 이전 연구(Song 등, 2012)와 유사하였다. 또한 본 연구의 수율은 도라지와 흑도라지 열수추출물의 수율이 각각 22.6%와 30.3%라고 보고한 이전 연구 결과(Lee 등, 2013)보다 높았으나, 증숙한 도라지의 수율이 생도라지의 수율보다 높았다는 점에서는 본 연구와 유사하였다.

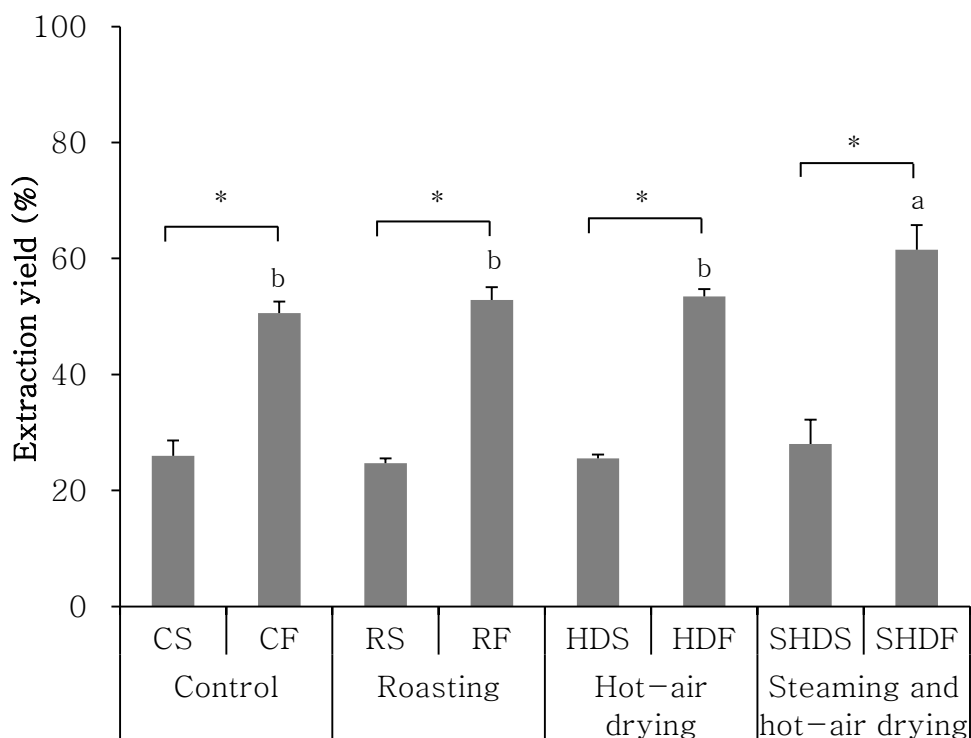


Figure 3. Extraction yield of hot water extracts from *Codonopsis lanceolata* root skin and flesh with different heat treatments

S, skin; and F, flesh

CS, control skin; CF, control flesh; RS, roasted skin; RF, roasted flesh; HDS, hot-air dried skin; HDF, hot-air dried flesh, SHDS, steamed and hot-air dried skin; and SHDF, steamed and hot-air dried flesh

All data represent mean values \pm standard deviation of three separate experiments.

* Significant difference between S and F under the same treatment ($p < 0.05$ by t-test).

Different small letters in the same columns indicate significant differences among flesh samples ($p < 0.05$ by Duncan's multiple range test).

3. pH, 색도 및 갈색도

더덕 열수추출물의 pH, 색도, 갈색도는 Table 1과 같다. 열수추출물의 pH는 4.59~5.90로 약산성이었으며, 부위에 따라서는 껍질의 pH가 육질보다 유의적으로 낮았다($p<0.05$).

더덕 열수추출물의 색도 중 명도를 나타내는 L값은 껍질의 경우에 RS가 유의적으로 낮았고($p<0.05$), 육질의 경우에 RF와 HDF가 유의적으로 낮았다($p<0.05$). 적색도를 나타내는 a값은 껍질의 경우에 CS와 SHDS가 유의적으로 높았고($p<0.05$), 육질의 경우에 SHDF가 유의적으로 높았다($p<0.05$). 황색도를 나타내는 b값은 껍질의 경우에 RS가 유의적으로 높았고($p<0.05$), 육질의 경우에 RF와 HDF가 유의적으로 높았다($p<0.05$). 선행연구(Kwon 등, 2014)에 따르면, 열처리 후 열에 의한 갈변이 일어나 볶음 처리한 우영차의 황색도가 증가되었다고 보고하였는데, 본 연구에서도 다른 처리군에 비하여 열처리한 RS와 RF의 명도가 낮고 황색도가 높아 선행연구의 결과와 유사하였다. 갈색도는 껍질의 경우에 유의적 차이가 없었고($p>0.05$), 육질의 경우에 RF와 SHDF가 유의적으로 높았다($p<0.05$). 껍질의 경우 열처리 전후의 색이 회갈색으로 유사하여 갈색도에 유의적인 차이가 발생하지 않은 것으로 판단된다. 육질의 경우 선행연구(Kwon 등, 2014)에서와 같이 하얀색이 열처리(볶음)로 인하여 갈변이 일어나 갈색도가 높아졌고, 열풍건조에 의해서도 육질의 갈변이 일어나 갈색도가 높아졌다.

Table 1. pH, color values (Hunter L, a and b) and browning index of hot water extracts from *Codonopsis lanceolata* root skin and flesh with different heat treatments

Sample	pH	Color value			Browning index
		L	a	b	
CS	4.59±0.03 ^{*C}	97.22±0.23 ^{*A}	-0.37±0.04 ^{*A}	8.25±0.08 ^{*BC}	0.19±0.02 [*]
CF	5.52±0.07 ^{*c}	98.78±0.18 ^{*a}	-0.60±0.08 ^{*b}	4.05±0.36 ^{*b}	0.06±0.00 ^{c*}
RS	4.52±0.03 ^{*D}	94.98±0.91 ^B	-0.71±0.09 ^B	13.28±1.88 ^A	0.18±0.02
RF	5.86±0.09 ^{*a}	95.53±0.27 ^b	-0.70±0.08 ^b	10.58±0.68 ^a	0.20±0.02 ^a
HDS	4.69±0.04 ^{*B}	96.36±0.12 ^{*A}	-0.69±0.03 ^{*B}	10.04±0.57 ^B	0.17±0.04
HDF	5.75±0.02 ^{*b}	95.39±0.07 ^{*b}	-0.80±0.06 ^{*b}	11.12±0.36 ^a	0.13±0.01 ^b
SHDS	5.53±0.03 ^{*A}	97.07±0.44 ^A	-0.44±0.04 ^A	6.78±0.81 ^{*C}	0.21±0.03
SHDF	5.90±0.03 ^{*a}	98.16±1.17 ^a	-0.16±0.19 ^a	4.80±0.29 ^{*b}	0.21±0.06 ^a

S, skin; and F, flesh

CS, control skin; CF, control flesh; RS, roasted skin; RF, roasted flesh; HDS, hot-air dried skin; HDF, hot-air dried flesh, SHDS, steamed and hot-air dried skin; and SHDF, steamed and hot-air dried flesh

All data represent mean values ± standard deviations of three separate experiments.

* Significant difference between S and F under the same treatment ($p<0.05$ by t-test).

Different large letters in the same columns indicate significant differences among skin samples ($p<0.05$ by ANOVA and Duncan's multiple range test).

Different small letters in the same columns indicate significant differences among flesh samples ($p < 0.05$ by ANOVA and Duncan's multiple range test).

4. 총당 함량

더덕 열수추출물의 총당 함량은 Figure 4와 같다. 껍질 열수추출물의 총당 함량은 SHDS가 RS보다 유의적으로 높았고($p<0.05$), 육질 열수추출물의 총당 함량은 가열 처리에 따른 유의적 차이가 없었다($p>0.05$). 껍질 열수추출물의 총당 함량은 육질 열수추출물의 총당 함량에 비하여 대체적으로 낮았다.

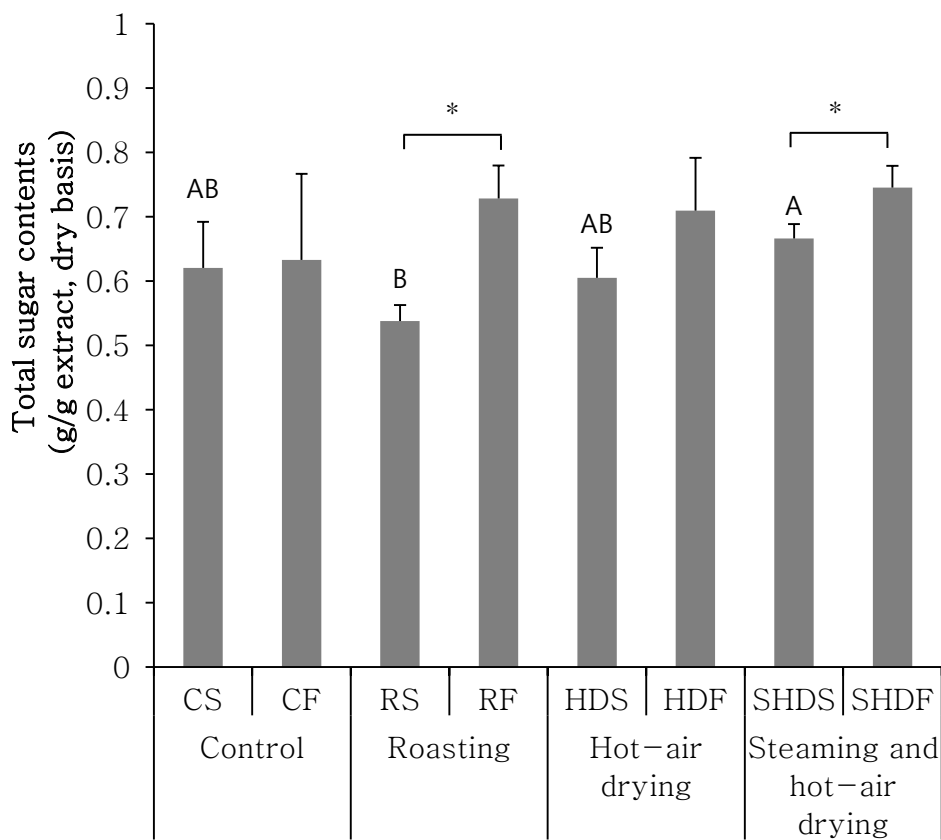


Figure 4. Total sugar contents of hot water extracts from *Codonopsis lanceolata* root skin and flesh with different heat treatments

S, skin; and F, flesh

CS, control skin; CF, control flesh; RS, roasted skin; RF, roasted flesh; HDS, hot-air dried skin; HDF, hot-air dried flesh, SHDS, steamed and hot-air dried skin; and SHDF, steamed and hot-air dried flesh

All data represent mean values \pm standard deviations of three separate experiments.

* Significant difference between S and F under the same treatment ($p < 0.05$ by t-test).

Different large letters in the same columns indicate significant differences among skin samples ($p < 0.05$ by Duncan's multiple range test).

5. 환원당 함량

더덕 열수추출물의 환원당 함량은 Figure 5와 같다. 껍질 열수추출물의 환원당 함량은 HDS가 유의적으로 가장 높았고 SHDS가 유의적으로 가장 낮았다($p<0.05$). 육질 열수추출물의 환원당 함량은 CF가 유의적으로 가장 높았고($p<0.05$), SHDF가 유의적으로 가장 낮았다($p<0.05$). 열처리 온도에 따른 더덕의 화학 성분 및 항산화 활성 연구(Hwang 등, 2011)에 따르면, 다양한 온도에서 열처리한 더덕의 과당(fructose)과 설탕(sucrose) 함량을 분석하였는데, 과당은 대조군에서 2.92%, 110℃에서 2.79%, 120℃에서 4.62%, 130℃에서 3.68%, 140℃에서 1.92%, 150℃에서 0.84%이었으며, 설탕은 대조군에서 1.08%, 120℃에서는 2.05%로 증가하였다가 130℃ 이상에서 검출되지 않은 것으로 보아 설탕이 단당류인 과당으로 분해된 것으로 생각된다 보고하였다. 이로 미루어 볼 때, 본 연구에서 가열 처리에 따라 환원당 함량의 증감이 다른 것은 가열 처리 시 온도가 다르기 때문에 단당류와 이당류들의 조성이 달라져 환원당 함량에 영향을 주기 때문일 것이라고 생각한다.

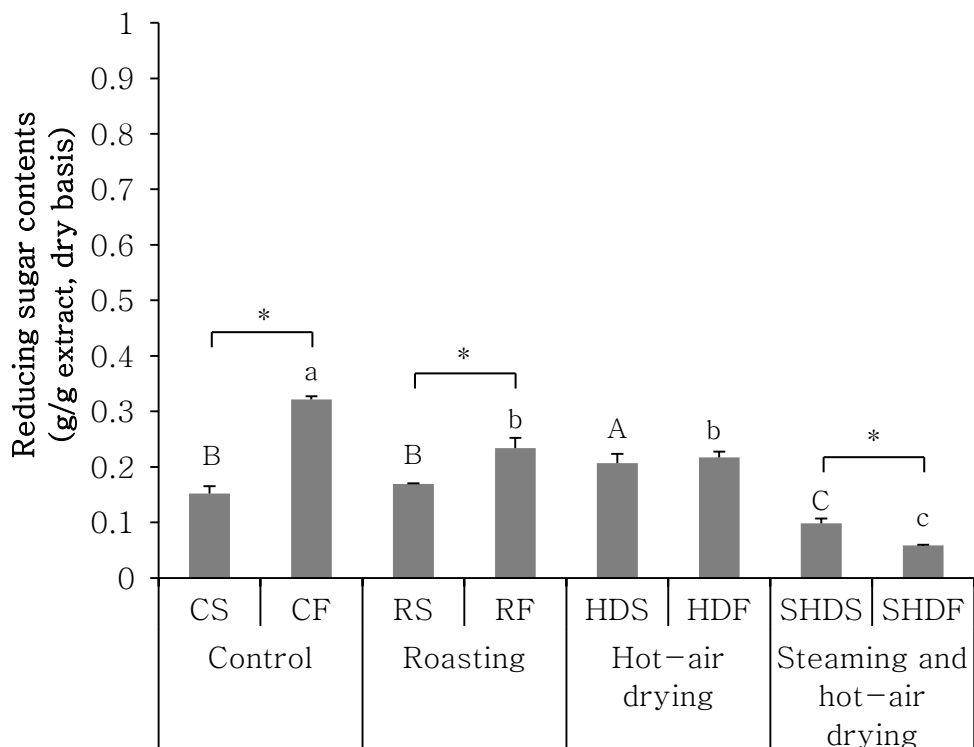


Figure 5. Reducing sugar contents of hot water extracts from *Codonopsis lanceolata* root skin and flesh with different heat treatments

S, skin; and F, flesh

CS, control skin; CF, control flesh; RS, roasted skin; RF, roasted flesh; HDS, hot-air dried skin; HDF, hot-air dried flesh, SHDS, steamed and hot-air dried skin; and SHDF, steamed and hot-air dried flesh

All data represent mean values \pm standard deviations of three separate experiments.

* Significant difference between S and F under the same treatment ($p < 0.05$ by t-test).

Different large letters in the same columns indicate significant differences among skin samples ($p < 0.05$ by Duncan's multiple range test).

Different small letters in the same columns indicate significant differences among flesh samples ($p < 0.05$ by Duncan's multiple range test).

6. 조 사포닌 함량

더덕 열수추출물의 조 사포닌 함량 측정 결과(Figure 6), 껍질 열수추출물의 조 사포닌 함량은 HDS가 76.7 mg/g으로 가장 높았으나 유의적인 차이가 없었고($p>0.05$), 육질 열수추출물의 조 사포닌 함량은 SHDF가 51.1 mg/g으로 유의적으로 적었다($p<0.05$). 이는 설탕 비율을 달리하여 제조한 더덕차의 조 사포닌 함량이 39.6~45.2 mg/g이라고 보고한 연구(Jin 등, 2013)에서보다는 많고, 60℃ 열풍으로 건조한 더덕으로 제조한 생식의 조 사포닌 함량이 284 mg/g이라고 보고한 연구(Jin 등, 2008)에서보다는 적은 함량이었다. SHDF가 다른 가열 처리를 한 시료보다 조 사포닌 함량이 적은 것은 증기로 찌는 과정에서 물에 의하여 용출되어 손실된 것으로 추측된다. 수삼을 주근과 세근으로 분리하여 여러 온도에서 원적외선을 이용하여 건조한 연구(Lee 등, 2008)를 살펴보면, 주근의 총 사포닌 함량은 건조온도가 높을수록 증가하였으나, 세근의 총 사포닌 함량은 건조온도가 증가할수록 감소하여 주근과 세근을 따로 적절한 온도에서 건조하는 것이 총 사포닌 함량을 높이는 방법이라고 보고하였다. 이로 미루어볼 때, 더덕도 부위와 처리 온도에 따른 조 사포닌 함량 차이에 대한 연구가 더 필요하다고 생각한다.

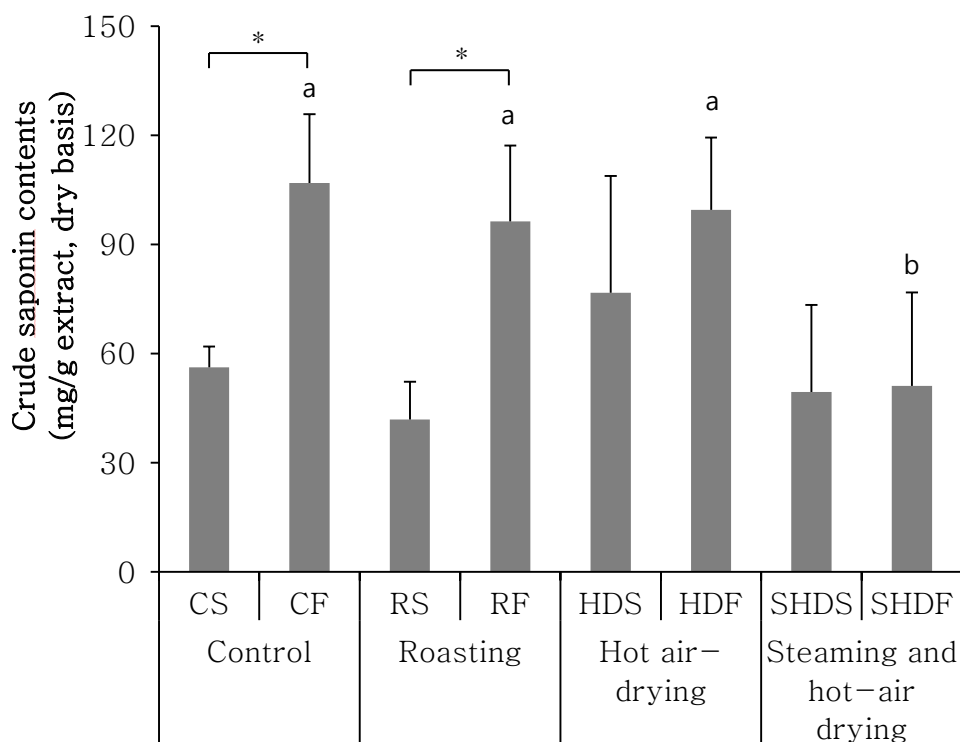


Figure 6. Crude saponin contents of hot water extracts from *Codonopsis lanceolata* root skin and flesh with different heat treatments

S, skin; and F, flesh

CS, control skin; CF, control flesh; RS, roasted skin; RF, roasted flesh; HDS, hot-air dried skin; HDF, hot-air dried flesh, SHDS, steamed and hot-air dried skin; and SHDF, steamed and hot-air dried flesh

All data represent mean values \pm standard deviations of three separate experiments.

* Significant difference between S and F under the same treatment ($p < 0.05$ by t-test).

Different small letters in the same columns indicate significant differences among flesh samples ($p < 0.05$ by Duncan's multiple range test).

7. 총 폴리페놀 함량

더덕 열수추출물의 총 폴리페놀 함량은 Figure 7과 같다. 껍질 열수추출물의 총 폴리페놀 함량이 육질 열수추출물의 것보다 유의적으로 많았으며($p<0.05$), 껍질 열수추출물의 총 폴리페놀 함량은 RS가 13.8 mg GAE/g으로 유의적으로 가장 높았고 SHDS가 8.1 mg GAE/g으로 가장 낮았다($p<0.05$). 육질 열수추출물의 총 폴리페놀 함량은 SHDF가 1.8 mg GAE/g으로 유의적으로 가장 낮았다($p<0.05$). 건조 방법을 달리한 더덕으로 제조한 생식의 총 폴리페놀 함량은 열풍건조한 더덕 생식이 대조군에 비하여 유의적으로 높았다고 보고한 연구가 있으나(Jin 등, 2008), 본 연구에서는 대조군과 열풍건조군간 총 폴리페놀 함량의 유의적 차이는 없었다($p<0.05$).

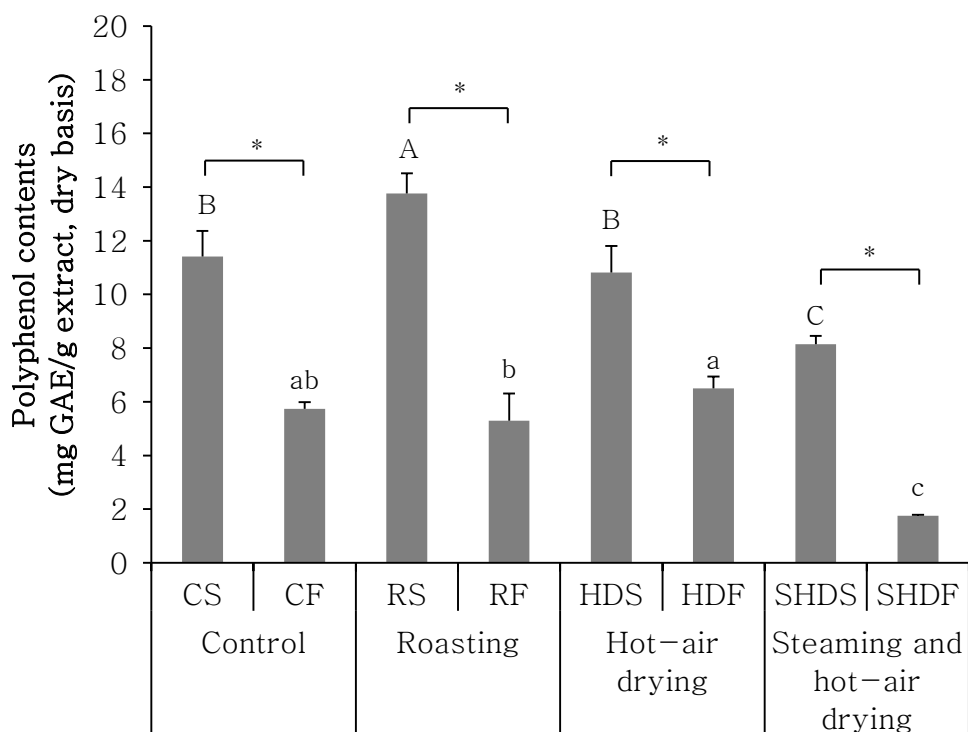


Figure 7. Total polyphenol contents of hot water extracts from *Codonopsis lanceolata* root skin and flesh with different heat treatments

S, skin; and F, flesh

CS, control skin; CF, control flesh; RS, roasted skin; RF, roasted flesh; HDS, hot-air dried skin; HDF, hot-air dried flesh, SHDS, steamed and hot-air dried skin; and SHDF, steamed and hot-air dried flesh

All data represent mean values \pm standard deviations of three separate experiments.

* Significant difference between S and F under the same treatment ($p < 0.05$ by t-test).

Different large letters in the same columns indicate significant differences among skin samples ($p < 0.05$ by Duncan's multiple range test).

Different small letters in the same columns indicate significant differences among flesh samples ($p < 0.05$ by Duncan's multiple range test).

8. 항산화능

8.1 DPPH 라디칼 소거능

더덕 열수추출물의 DPPH 라디칼 소거능은 Figure 8과 같다. 껍질 열수추출물의 DPPH 라디칼 소거능은 RS가 36.0 mM TEAC/g으로 가열처리 중 유의적으로 가장 높았다($p<0.05$). 육질 열수추출물의 DPPH 라디칼 소거능은 SHDF가 1.2 mM TEAC/g으로 유의적으로 낮았다($p<0.05$). 본 연구에서는 껍질이 육질보다 DPPH 라디칼 소거능이 유의적으로 높아($p<0.05$) 총 폴리페놀 함량의 경향과 유사하였는데, 이는 더덕 껍질에 있는 세포벽 물질의 항산화능이 더덕 육질의 것보다 높았다고 보고한 연구와 유사하였다(Kang 등, 2009). 또한 열처리, 열풍건조 등으로 처리한 더덕의 폴리페놀 함량이 열처리하지 않은 더덕의 경우보다 높았으며, 이는 열처리한 더덕의 항산화능이 열처리하지 않은 더덕의 항산화능보다 높았다고 보고한 연구와 유사하였다(Hwang 등, 2011).

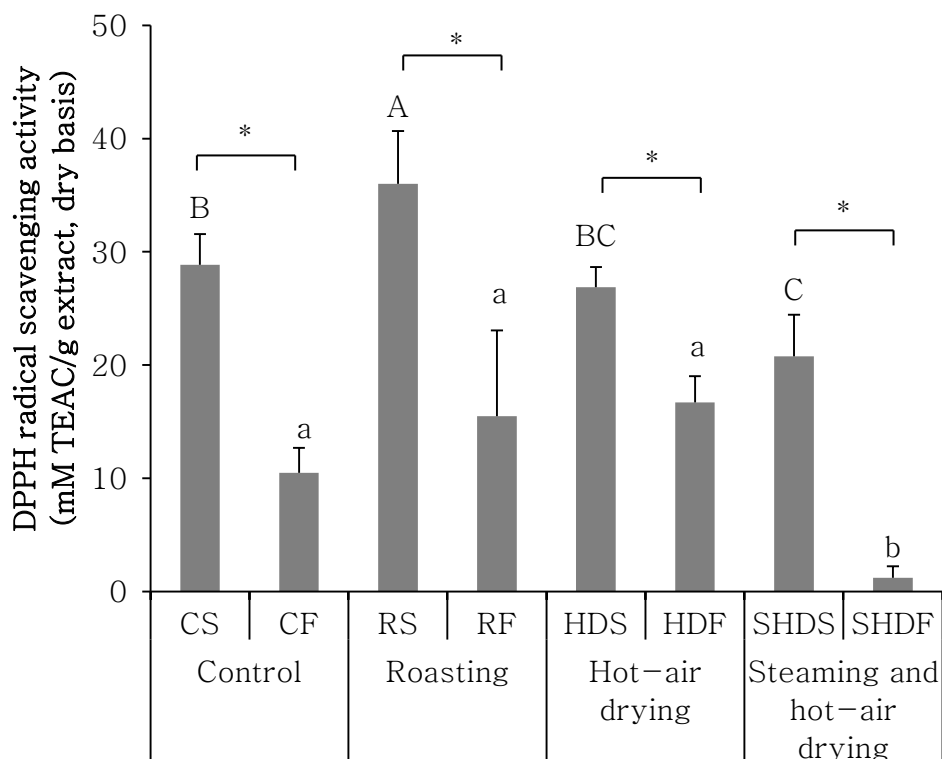


Figure 8. DPPH radical scavenging activity of hot water extracts from *Codonopsis lanceolata* root skin and flesh with different heat treatments

S, skin; and F, flesh

CS, control skin; CF, control flesh; RS, roasted skin; RF, roasted flesh; HDS, hot-air dried skin; HDF, hot-air dried flesh, SHDS, steamed and hot-air dried skin; and SHDF, steamed and hot-air dried flesh

All data represent mean values \pm standard deviations of three separate experiments.

* Significant difference between S and F under the same treatment ($p < 0.05$ by t-test).

Different large letters in the same columns indicate significant differences among skin samples ($p < 0.05$ by Duncan's multiple range test).

Different small letters in the same columns indicate significant differences among flesh samples ($p < 0.05$ by Duncan's multiple range test).

8.2 ABTS 라디칼 소거능

더덕 열수추출물의 ABTS 라디칼 소거능은 Figure 9와 같다. 껍질 열수추출물의 ABTS 라디칼 소거능은 RS가 177.5 mM TEAC/g으로 가장 높았으나 다른 가열 처리와 유의적 차이는 없었으며 ($p>0.05$), 육질 열수추출물의 ABTS 라디칼 소거능은 SHDF이 9.9 mM TEAC/g으로 RF와 HDF보다 유의적으로 낮았다 ($p<0.05$). 이는 더덕의 총 폴리페놀 함량 및 항산화 활성 증진 연구(Jeon 등, 2013; Song 등, 2012)와는 달리, 본 연구에서 증진한 더덕의 폴리페놀 함량 및 항산화 활성은 낮았는데, 선행연구에서는 증숙 및 건조를 3회 또는 5회 반복하였으나, 본 연구에서는 1회 시행하여 유용성분의 용출이 적었기 때문으로 생각한다. 또한 조 사포닌 함량과 마찬가지로 증기로 찌는 과정에서 폴리페놀과 같은 항산화 성분들이 물에 의하여 용출되어 손실된 것으로 추정된다.

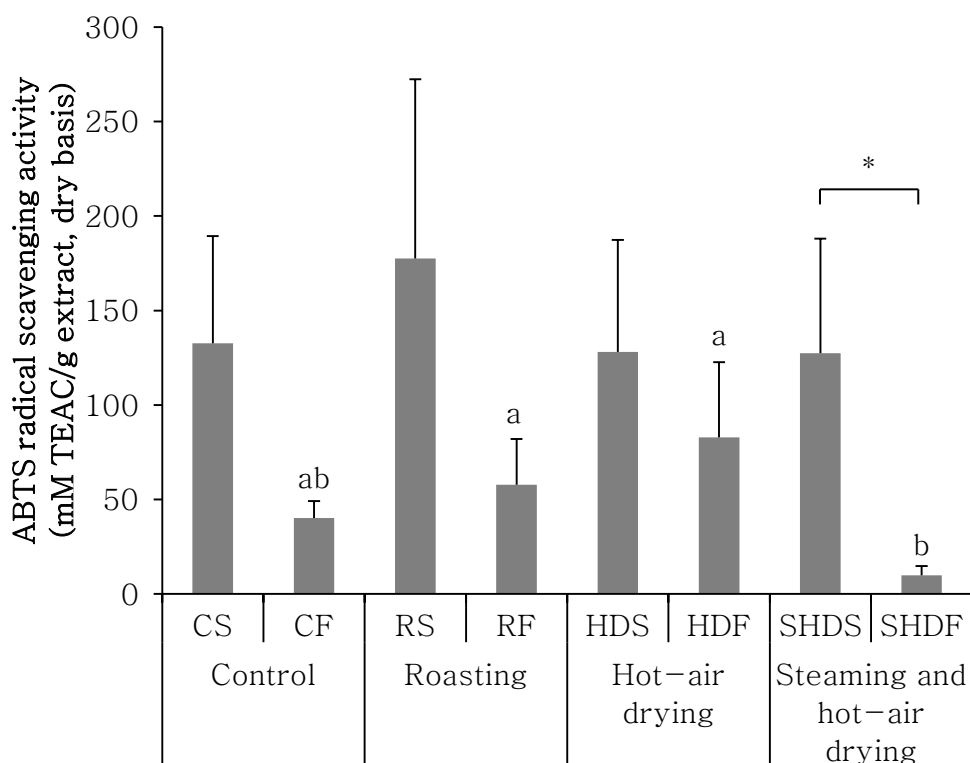


Figure 9. ABTS radical scavenging activity of hot water extracts from *Codonopsis lanceolata* root skin and flesh with different heat treatments

S, skin; and F, flesh

CS, control skin; CF, control flesh; RS, roasted skin; RF, roasted flesh; HDS, hot-air dried skin; HDF, hot-air dried flesh, SHDS, steamed and hot-air dried skin; and SHDF, steamed and hot-air dried flesh

All data represent mean values \pm standard deviations of three separate experiments.

* Significant difference between S and F under the same treatment ($p < 0.05$ by t-test).

Different small letters in the same columns indicate significant differences among flesh samples ($p < 0.05$ by Duncan's multiple range test).

9. 관능검사

가열 처리한 더덕 차의 향, 맛, 색, 전반적 기호도를 7점 척도법으로 평가한 결과는 Table 2와 같다. 더덕 껍질 차는 향 및 전반적 기호도에서 육질 차와 유의적인 차이가 없었으며 ($p>0.05$), 특히 더덕 껍질 차는 색의 기호도에 있어서 HDS의 점수가 유의적으로 가장 높았고 ($p<0.05$), 향, 맛, 전반적 기호도에 있어서 가열 처리에 따른 유의적 차이가 없었다 ($p>0.05$). 이에 더덕 껍질을 차로 제조할 때 향 및 전반적 기호도에서 더덕 육질로 만든 차와 유사한 관능적 특성을 가지고 있으므로 더덕 껍질은 차의 재료로 활용될 수 있다고 생각한다.

Table 2. Sensory scores of teas made from *Codonopsis lanceolata* root skin and flesh with different heat treatments

Sample	Flavor	Taste	Color	Overall acceptability
CS	4.14 ± 1.40	3.28 ± 1.44	4.45 ± 1.18 ^{*BC}	3.72 ± 1.51
CF	4.00 ± 1.16 ^b	3.31 ± 1.34 ^c	3.59 ± 1.38 ^{*b}	3.38 ± 1.12 ^b
RS	4.24 ± 1.06	3.62 ± 1.57	4.79 ± 1.01 ^{AB}	3.97 ± 1.27
RF	4.62 ± 1.27 ^{ab}	4.21 ± 1.66 ^b	4.69 ± 1.23 ^a	4.45 ± 1.50 ^a
HDS	4.45 ± 0.99	3.90 ± 1.29 [*]	5.34 ± 0.94 ^{*A}	4.38 ± 1.24
HDF	5.00 ± 1.25 ^a	5.03 ± 1.61 ^{*a}	4.59 ± 1.40 ^{*a}	5.00 ± 1.49 ^a
SHDS	4.31 ± 0.81	3.69 ± 1.11	3.97 ± 1.18 ^{*C}	3.97 ± 1.05
SHDF	4.10 ± 0.82 ^b	3.83 ± 1.43 ^{bc}	3.34 ± 1.01 ^{*b}	3.62 ± 1.12 ^b

The values are hedonic scores (1, extremely dislike; and 7, extremely like) (n=29).

S, skin; and F, flesh

CS, control skin; CF, control flesh; RS, roasted skin; RF, roasted flesh; HDS, hot-air dried skin; HDF, hot-air dried flesh, SHDS, steamed and hot-air dried skin; and SHDF, steamed and hot-air dried flesh

All data represent mean values ± standard deviations of three separate experiments.

* Significant difference between S and F under the same treatment ($p < 0.05$ by t-test).

Different large letters in the same columns indicate significant differences among skin samples ($p < 0.05$ by Duncan's multiple range test).

Different small letters in the same columns indicate significant differences among flesh samples ($p < 0.05$ by Duncan's multiple range test).

IV. 요약 및 결론

본 연구에서는 더덕 껍질의 활용도를 높이고 식품 소재, 특히 차 원료로서의 가능성을 제시하기 위하여 더덕을 껍질(S) 또는 육질(F)로 나누어 가열 처리한 더덕으로부터 열수추출물을 제조하여 이화학적 및 관능적 특성을 비교하였다. 가열 처리는 대조군(CS, CF)을 제외하고 볶음(RS, RF), 열풍건조(HDS, HDF), 증건(SHDS, SHDF)을 하였다. 더덕의 수분 함량은 CS와 CF가 각각 87.9%와 81.9%이었으며 가열 처리 증건조 과정을 거친 시료의 수분 함량은 현저히 적어 SHDS가 4.2%로 가장 적었다. 추출은 가열 처리 후 분말화한 시료에 3차 증류수를 첨가하여 90℃에서 90분 동안 추출하였다. 추출 수율은 더덕 껍질이 24.7~28.0%로 껍질 간의 유의적 차이는 없었으나, 추출 수율이 50.6~61.5%인 더덕 육질의 절반 정도였다. 더덕 열수추출물의 pH는 4.59~5.90의 약 산성이었고 껍질 열수추출물의 pH가 육질 열수추출물의 pH보다 유의적으로 낮았다($p<0.05$). RS와 RF의 명도(L값)는 낮고 황색도(b값)는 높았다($p<0.05$). 열수추출물의 갈색도는 껍질의 경우에 유의적 차이가 없었고($p>0.05$), 육질의 경우에 RF와 SHDF가 유의적으로 높았다($p<0.05$). 총당 함량은 껍질 열수추출물의 총당 함량이 육질 열수추출물의 총당 함량에 비하여 대체적으로 적었으며, 껍질의 경우에 SHDS가 RS보다 유의적으로 높았고($p<0.05$), 육질의 경우에 가열 처리에 따른 유의적 차이가 없었다($p>0.05$). 열수추출물의 환원당 함량은 껍질의 경우에 HDS가 유의적으로 가장 높았고 SHDS가 유의적으로 가

장 낮았으며($p<0.05$), 육질의 경우에 CF가 유의적으로 가장 높았고, SHDF가 유의적으로 가장 낮았다($p<0.05$). 열수추출물의 조 사포닌 함량은 껍질의 경우에 가열 처리군 간의 유의적인 차이가 없었고($p>0.05$), 육질의 경우에 SHDF가 유의적으로 적었다($p<0.05$). 열수추출물의 총 폴리페놀 함량은 껍질이 육질보다 유의적으로 많았으며($p<0.05$), 껍질의 경우에 RS가 유의적으로 가장 많았고 SHDS가 가장 낮았으며($p<0.05$), 육질의 경우에 SHDF가 유의적으로 가장 적었다($p<0.05$). DPPH 라디칼 소거능은 껍질의 경우에 RS가 유의적으로 가장 높았으며($p<0.05$), 육질의 경우에 SHDF가 유의적으로 가장 낮았다($p<0.05$). ABTS 라디칼 소거능은 껍질의 경우에 RS가 가장 높았으나 다른 가열 처리와 유의적 차이는 없었으며($p>0.05$), 육질의 경우에 SHDF가 RF와 HDF보다 유의적으로 낮았다($p<0.05$). 관능검사 결과, 더덕 껍질을 차로 제조할 때 향 및 전반적 기호도에서 육질로 만든 차와 유의적인 차이가 없었다($p>0.05$).

결론적으로 대부분 폐기물 처리되는 더덕 껍질은 육질보다 총 폴리페놀 함량이 많고 항산화 활성이 뛰어났으며, 더덕 껍질을 차로 제조할 때 향 및 전반적 기호도에서 더덕 육질로 만든 차와 유사한 관능적 특성을 가지고 있으므로 차의 재료로 활용할 수 있을 것으로 기대한다.

참고 문헌

- Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. L. W. T. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food Science and Technology*, 28, 25-30.
- Byeon, S. E., Choi, W. S., Hong, E. K., Lee, J., Rhee, M. H., Park, H. J., & Cho, J. Y. (2009). Inhibitory effect of saponin fraction from *Codonopsis lanceolata* on immune cell-mediated inflammatory responses. *Archives of Pharmacal Research*, 32, 813-822.
- Choi, H. K., Won, E. K., Jang, Y. P., & Choung, S. Y. (2013). Antiobesity effect of *Codonopsis lanceolata* in high-calorie/high-fat-diet-induced obese rats. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, 2013, 210297.
- Choi, J. E., Nam, K. Y., Li, X., Kim, B. Y., Cho, H. S., & Hwang, K. B. (2010). Changes of chemical compositions and ginsenoside contents of different root parts of ginsengs with processing method. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*, 18, 118-125.
- Han, E. G., Sung, I. S., Moon, H. G., & Cho, S. Y. (1998). Effect of *Codonopsis lanceolata* water extract on the levels of lipid in rats fed high fat diet. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 27, 940-944.
- Hong, H. D., Kim, Y. C., Rho, J. H., Kim, K. T., & Lee, Y. C. (2007). Changes on physicochemical properties of *Panax ginseng* C.A. Meyer during repeated steaming process. *Journal of Ginseng Research*, 31, 222-229.
- Hong, W. S., Lee, J. S., Ko, S. Y., & Choi, Y. S. (2006). A study on the perception of *Codonopsis lanceolata* dishes and the development of *Codonopsis lanceolata* dishes. *Korean Journal of Food and Cookery Science*, 22, 181-192.

- Hwang, C. R., Oh, S. H., Kim, H. Y., Lee, S. H., Hwang, I. G., Shin, Y. S., Lee, J. S., & Jeong, H. S. (2011). Chemical composition and antioxidant activity of deoduk (*Codonopsis lanceolata*) and doragi (*Platycodon grandiflorum*) according to temperature. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 40, 798–803.
- Ichikawa, M., Ohta, S., Komoto, N., Ushijima, M., Koderu, Y., Hayama, M., Shirota, O., Sekita, S., & Kuroyanagi, M. (2009). Simultaneous determination of seven saponins in the roots of *Codonopsis lanceolata* by liquid chromatography–mass spectrometry. *Journal of Natural Medicines*, 63, 52–57.
- Jeon, S. M., Kim, S. Y., Kim, I. H., Go, J. S., Kim, H. R., Jeong, J. Y., Lee, H. Y., & Park, D. S. (2013). Antioxidant activities of processed Deoduck (*Codonopsis lanceolata*) extracts. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 42, 924–932.
- Jin, T. Y., Quan, W. R., & Wang, M. H. (2008). Changes of physicochemical and sensory characteristics in the *Codonopsis lanceolata* Saengsik, uncooked food by different drying methods. *Korean Journal of Food Science and Technology*, 40, 721–725.
- Jin, T. Y., & Wang, M. H. (2013). Quality Characteristics of *Codonopsis lanceolata* tea manufactured with sugar. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 42, 753–758.
- Jung, L. S., Yoon, W. B., Park, S. J., Park, D. S., & Ahn, J. H. (2012). Evaluation of physicochemical properties and biological activities of steamed and fermented Deodeok (*Codonopsis lanceolata*). *Korean Journal of Food Science and Technology*, 44, 135–139.
- Kang, Y. H. (2009). Phenolic compounds and antioxidant activity in cell wall materials from Deodeok (*Codonopsis lanceolata*). *Korean Journal of Food Science and Technology*, 41, 345–349.
- Kim, C. H., & Chung, M. H. (1975). Pharmacognostic studies on *Codonopsis lanceolata*. *Korean Journal of Pharmacognosy*, 6, 43–47.

- Kim, K. T., Hong, H. D., & Kim, S. S. (2009). Quality characteristics of ginseng treated by hot air drying after being dried using super-heated steam. *Journal of Ginseng Research*, *33*, 361–366.
- Kim, N. Y., Chae, H. S., Lee, I. S., Kim, D. S., Seo, K. T., & Park, S. J. (2010). Analysis of chemical composition and antioxidant activity of *Codonopsis lanceolata* skin. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, *39*, 1627–1633.
- Kwon, J. H., Belanger, J. M., Pare, J. J., & Yaylayan, V. A. (2003). Application of the microwave-assisted process (MAP™) to the fast extraction of ginseng saponins. *Food Research International*, *36*, 491–498.
- Kwon, Y. R., & Youn, K. S. (2014). Physicochemical of burdock (*Arctium lappa* L) tea depending on steaming and roasting treatment. *Korean Journal of Food Preservation*, *21*, 646–651.
- Lee, J. Y., Kim, B. K., & Park, H. J. (2013). Antioxidant activities and quality characteristics of fermented *Codonopsis lanceolata* tea according to heating processes. *The Korean Journal of Food and Nutrition*, *26*, 693–699.
- Lee, K. S., Kim, G. H., Kim, H. H., Seong, B. J., Lee, H. C., & Lee, Y. G. (2008). Physicochemical characteristics on main and fine root of ginseng dried by various temperature with far-infrared drier. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*, *16*, 211–217.
- Lee, S. J., Bang, W. S., Hong, J. Y., Kwon, O. J., Shin, S. R., & Yoon, K. Y. (2013). Antioxidant and antimicrobial activities of black Doraji (*Platycodon grandiflorum*). *Korean Journal of Food Preservation*, *20*, 510–517.
- Nelson, N. (1944). A photometric adaptation of the Somogyi method for the determination of glucose. *The Journal of Biological Chemistry*, *153*, 375–380.

- Park, J. D. (1996). Recent studies on the chemical constituents of Korean ginseng (*Panax ginseng* C.A. Meyer). *Journal of Ginseng Research*, 20, 389–415.
- Park, M. H., Sohn, H. J., Jeon, B. S., Kim, N. M., Park, C. K., Kim, A. K., & Kim, K. C. (1999). Studies on flavor components and organoleptic properties in roasted red ginseng marc. *Journal of Ginseng Research*, 23, 211–216.
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice–Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26, 1231–1237.
- Shibata, S., Tanaka, O., Ando, T., Sado, M., Tsushima, S., & Ohsawa, T. (1966). Chemical studies on oriental plant drugs. XIV. Protopanaxadiol, a genuine sapogenin of ginseng saponins. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 14, 595–600.
- Singleton, V. L., Orthofer, R., & Lamuela–Raventos, R. M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin–ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299, 152–178.
- Song, C. H., Seo, Y. C., Choi, W. Y., Lee, C. G., Kim, D. U., Chung, J. Y., Chung, C. H., Park, D. S., Ma, C. J., & Lee, H. Y. (2012). Enhancement of antioxidative activity of *Codonopsis lanceolata* by stepwise steaming process. *Korean Journal of Medicinal Crop Science*, 20, 238–244.
- Yoon, S. R., Lee, M. H., Park, J. H., Lee, I. S., Kwon, J. H., & Lee, G. D. (2005). Changes in physicochemical compounds with heating treatment of ginseng. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 34, 1572–1578.
- Won, H. T., & Oh, H. S. (2007). Antioxidative activity and lipid composition from different part and supplement of *Codonopsis lanceolata* in rat. *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, 36, 1128–1133.

Abstract

Physicochemical and Sensory Characteristics of Hot Water Extracts of *Codonopsis lanceolata* Root Skin and Flesh with Different Heat Treatments

Susie Ahn

Department of Food and Nutrition

The Graduate School

Seoul National University

Physicochemical and sensory characteristics of hot water extracts from *Codonopsis lanceolata* root skin (S) and flesh (F) differently treated with heat were determined to utilize *C. lanceolata* root skin as a tea material. *C. lanceolata* root skin and flesh were untreated (CS and CF), roasted (RS and RF), hot-air dried (HDS and HDF) or steamed and hot-air dried (SHDS and SHDF). The water contents of CS and CF were 87.9% and 81.9%, respectively. The HD and SHD samples had low water contents. The heat-treated samples were extracted with hot water (90°C) for 90 min. The extraction yield from

skin was about half of that from flesh. The hot water extracts of the skin samples had lower pH than those of the flesh samples. The hot water extracts of RS and RF had lower L-values and higher b-values than the other samples ($p<0.05$). The hot water extracts of RF and SHDF had higher browning index than the other flesh samples ($p<0.05$). The hot water extracts of SHDS had higher total sugar contents than that of RS ($p<0.05$), and no significant differences were observed among the flesh extracts ($p>0.05$). Among the skin samples, the hot water extracts of HDS had the highest reducing sugar contents and those of SHDS had the lowest reducing sugar contents ($p<0.05$). For the flesh samples, the hot water extracts of CF had the highest reducing sugar contents while those of SHDF had the lowest ($p<0.05$). There was no significant difference in crude saponin contents among the skin samples ($p>0.05$). The hot water extracts of SHDF had the lowest crude saponin contents among the flesh samples ($p<0.05$). The hot water extracts of RS had significantly higher polyphenols and DPPH radical scavenging activities than those of the other samples ($p<0.05$). The hot water extracts of SHDF had lower ABTS radical scavenging activities than those of RF and HDF ($p<0.05$). In the sensory evaluation, there were no significant differences in flavor and overall acceptability between the teas made

from skin and the ones from flesh ($p<0.05$). These results suggest that *C. lanceolata* root skin may be utilized as a tea material because it has higher total polyphenol contents and antioxidant activities than its flesh and the tea made from the skin has flavor and overall acceptability comparable to the tea from the flesh.

Keywords: *Codonopsis lanceolata*, skin, hot water extract, heat treatment, antioxidant activity, sensory evaluation

Student Number: 2013–21503